انتقال حرارت ۱

احمدرضا غلامرضاپور

خلاصه مطالب

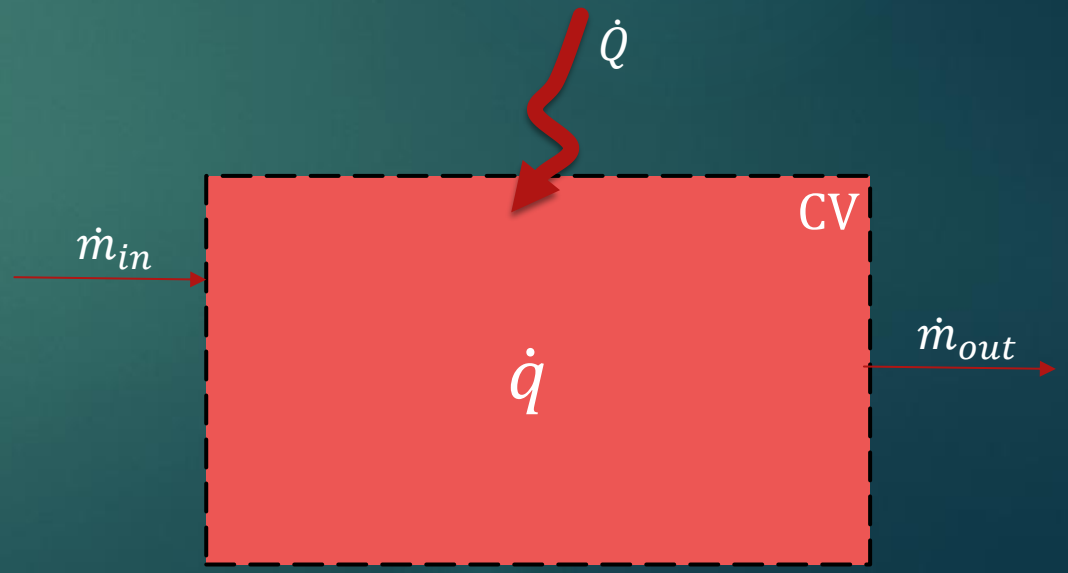
- معادله بقا:

Inputs + Generations = Rate of Changes + Outputs + Destructions

- برای انرژی، همان قانون اول ترمودینامیک
- تولید و تخریب برای انرژی صفر

$$\rightarrow \dot{E}_{in} = \dot{E}_{st} + \dot{E}_{out}$$

- عبارت $\dot{E}_{st}$، نرخ تغییرات انرژیِ کلِ حجم کنترل است.



خلاصه مطالب

- انرژی کل: جمع انرژی مکانیکی و انرژی درونی

$$E_{st} = \underbrace{E_{mech}}_{PE+KE} + E_{internal}$$

$$PE = mgz$$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_{internal} = U_{thermal} + U_{chemical} + U_{nuclear} + U_{electrical}$$

$$\dot{E}_{st} = \underbrace{\dot{E}_{mech} + \dot{U}_{thermal}}_{\dot{E}} + \underbrace{\dot{U}_{chemical} + \dot{U}_{nuclear} + \dot{U}_{electrical}}_{-\dot{E}_{gen}}$$

- می‌دانیم در حقیقت انرژی تولید نمی‌شود، $\dot{E}_{gen}$ تنها یک نامگذاری است.

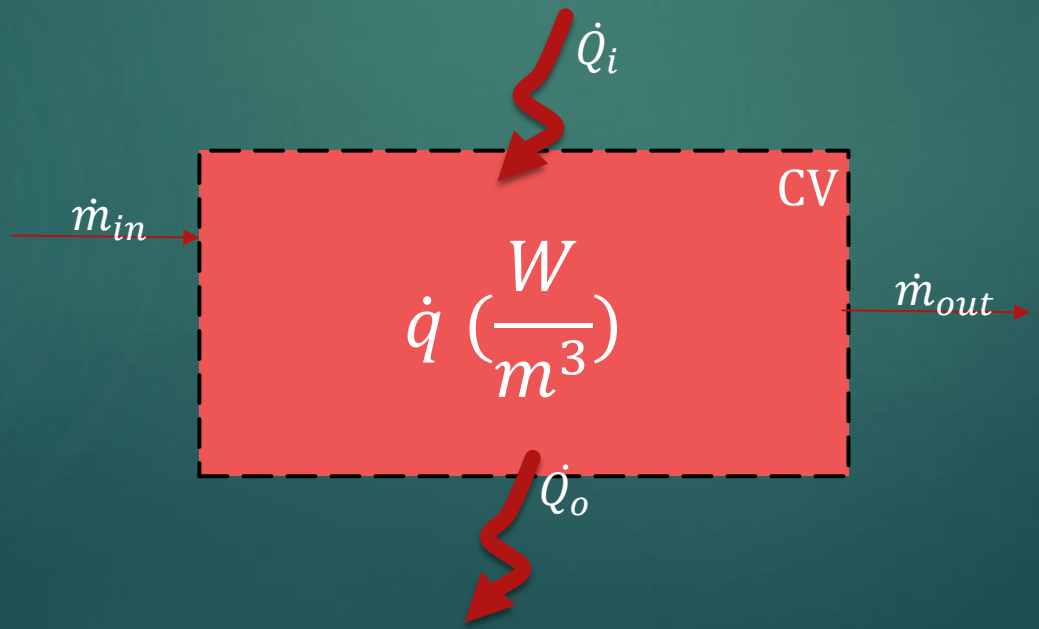
خلاصه مطالب

$$\rightarrow \dot{E}_{in} = \dot{E} - \dot{E}_{gen} + \dot{E}_{out}$$

$$\rightarrow \dot{E} = \dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} + \dot{E}_{gen}$$

$$E \approx \rho V c T$$

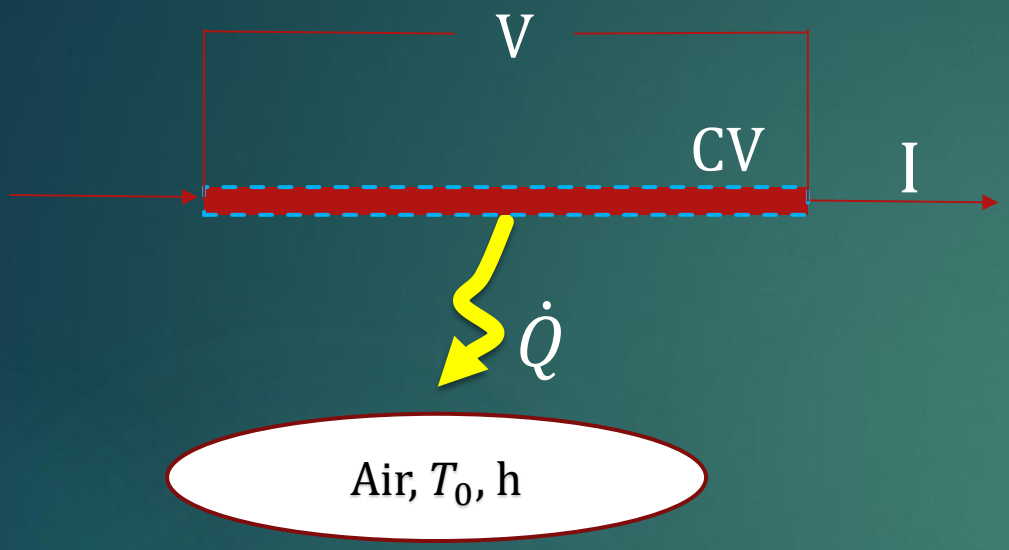
$$\frac{d}{dt}(\rho V c T) = \dot{Q}_i + \dot{m}_i\left(h_i + \frac{v_i^2}{2} + g z_i\right) - \dot{Q}_o - \dot{m}_{out}\left(h_o + \frac{v_o^2}{2} + g z_o\right) + \int \dot{q} dV$$



خلاصه مطالب

- در این درس، برای جملات انتقال حرارت عبارات مناسب به دست می‌آوریم.
- روش‌های انتقال حرارت
  - رسانایی (قانون فوریه): $q = -k\nabla T$
  - جابجایی (قانون سرمایش نیوتون): $q = h(T - T_\infty)$
  - تابشی: $q = \sigma(T^4 - T_{surr}^4)$ - که σ ثابت بولتزمن است.

مثال ۱



یک المنت را در نظر بگیرید که جریان I در اختلاف پتانسیل V از آن عبور می‌کند. در اثر عبور جریان دمای آن بالا می‌رود، دمای سطح را در حالت پایا محاسبه کنید. فرض شود که دمای محیط برابر T_0 و ضریب انتقال حرارت جابجایی برابر h است.

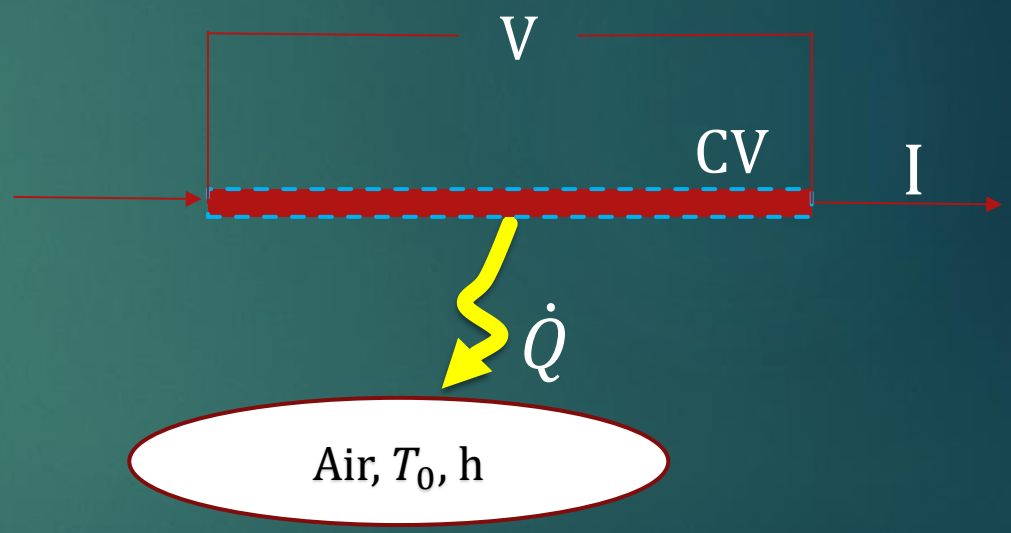
مثال

$$\underbrace{\frac{d}{dt}(\rho cT)}_{0} = \underbrace{\dot{E}_{in}}_{0} - \underbrace{\dot{E}_{out}}_{\dot{Q}} + \underbrace{\dot{E}_{gen}}_{VI}$$

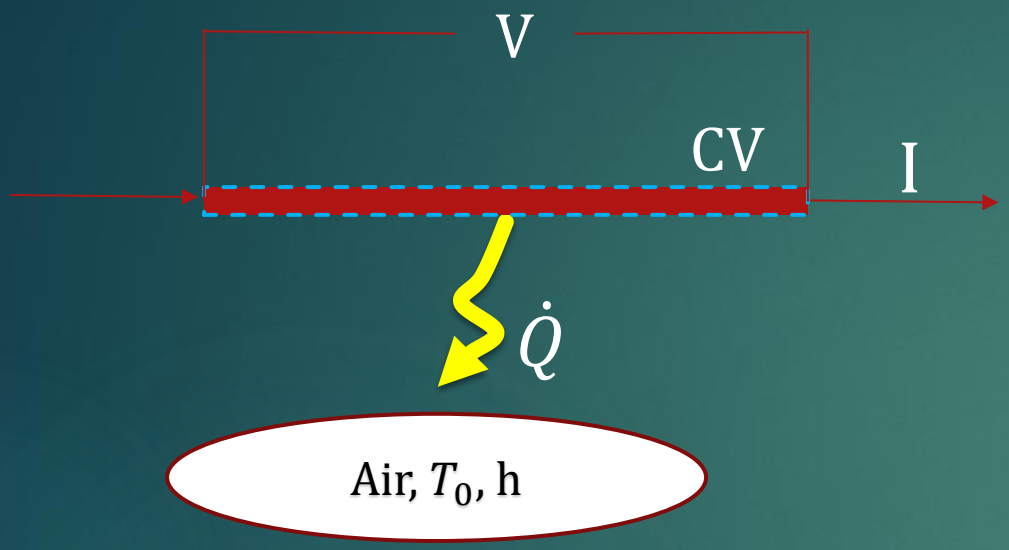
$$\rightarrow VI = \dot{Q}$$

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{convection} = Ah(T_E - T_0)$$

$$\rightarrow hA(T_E - T_0) = VI$$



مثال ۲



مثال قبل را در حالت گذار حل کنید. فرض شود که چگالی و ظرفیت حرارتی جسم ثابت است.

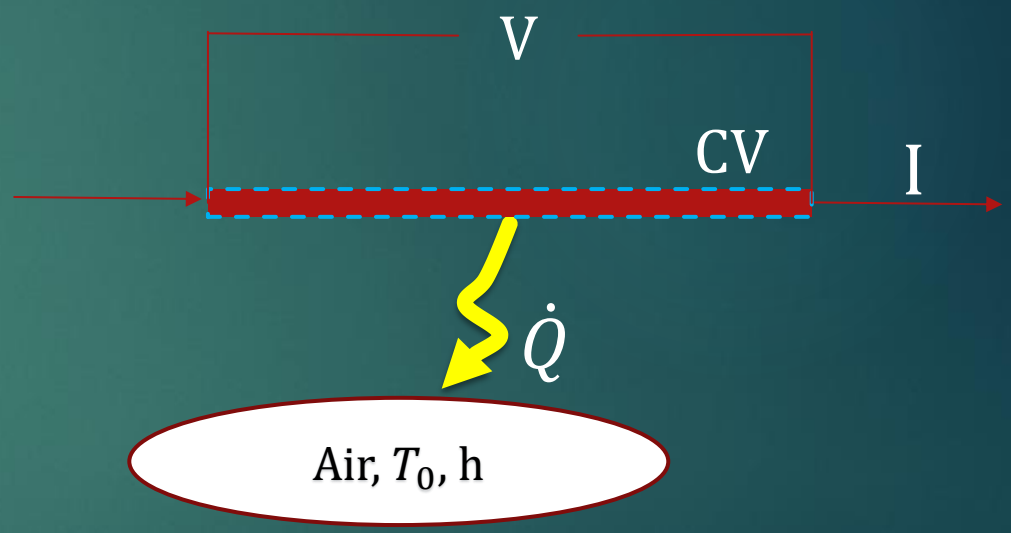
مثال

$$\underbrace{\frac{d}{dt}(\rho cT)}_{\rho c\frac{dT}{dt}} = \underbrace{\dot{E}_{in}}_{0} - \underbrace{\dot{E}_{out}}_{\dot{Q}} + \underbrace{\dot{E}_{gen}}_{VI}$$

$$\rightarrow VI = \rho c\frac{dT}{dt} + \dot{Q}$$

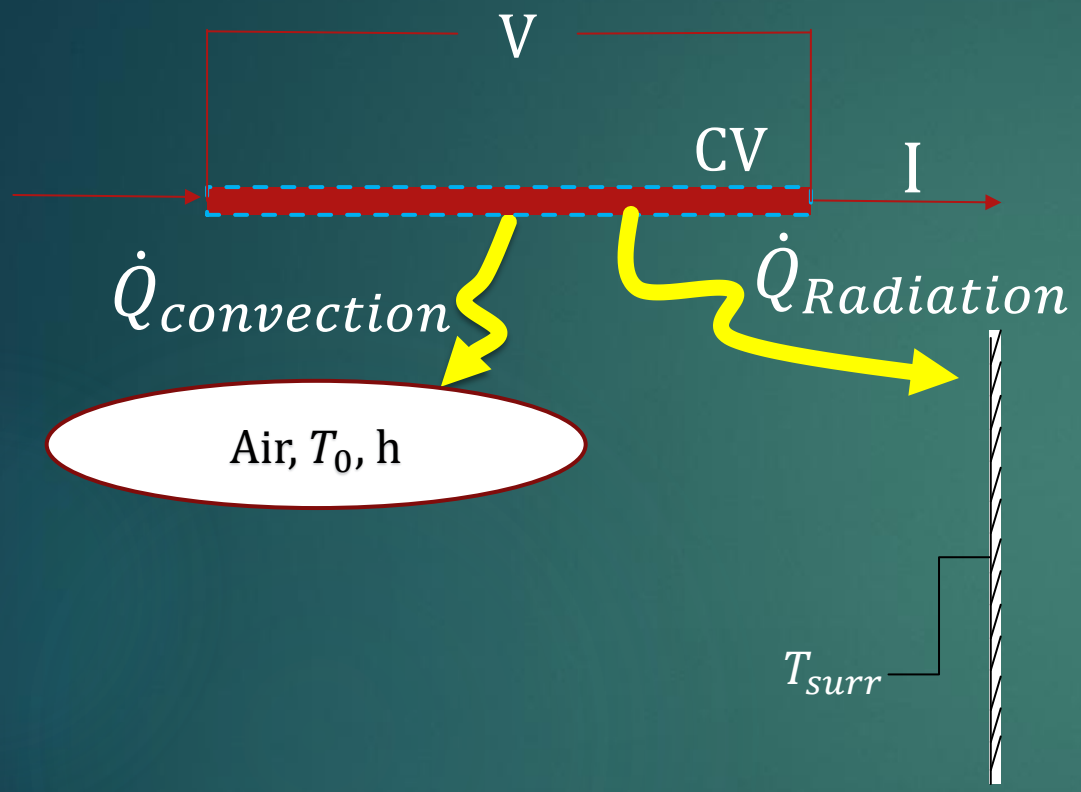
$$\dot{Q} = \dot{Q}_{convection} = Ah(T_E - T_0)$$

$$\rightarrow \rho Vc\frac{dT}{dt} + hA(T_E - T_0) = VI$$



مثال ۳

در مثال اول، تابش را نیز در نظر بگیرید.



$$\rightarrow VI = \dot{Q}$$

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{convection} + \dot{Q}_{Radiation} = Ah(T_E - T_0) + A\sigma(T_E^4 - T_{surr}^4)$$

$$\rightarrow A\sigma(T_E^4 - T_{surr}^4) + hA(T_E - T_0) = VI$$